2026

PHYSICS — MINOR

Paper : MN-2

(Basic Physics - II)

Full Marks : 75

Candidates are required to give their answers in their own words as far as practicable.

প্রান্তলিখিত সংখ্যাগুলি পূর্ণমান নির্দেশক।

১। *যে-কোনো পাঁচটি* প্রশ্নের উত্তর দাও ঃ ৩×৫

(ক) দুটি বস্তুর মধ্যে তাপীয় সাম্যাবস্থা বলতে কী বোঝায়? তাপীয় সাম্যাবস্থায় থাকা দুটি বস্তুর ক্ষেত্রে কোন্ তাপগতীয় স্থানাঙ্কটি সমান থাকে?

(খ) Clausius-এর উপপাদ্যটি বিবৃত করো।

(গ) গ্যাসের গতীয় তত্ত্বের তিনটি মৌলিক স্বীকার্য বিবৃত করো।

(ঘ) একটি আদর্শ গ্যাসের আয়তন সমোষ্ণ পদ্ধতিতে 100 cc থেকে 300 cc প্রসারিত করলে, গ্যাসটির এনট্রপির পরিবর্তন নির্ণয় করো।

(ঙ) লোরেঞ্জ বল সমীকরণ ব্যবহার করে চৌম্বকক্ষেত্র B-এর মাত্রা নির্ণয় করো।

(চ) R ব্যাসার্ধের একটি অর্ধগোলকের বক্রতল দিয়ে মোট তড়িৎ ফ্লাক্স নির্ণয় করো, যদি অর্ধগোলকের কেন্দ্রে q আধান স্থাপন করা হয় (অর্থাৎ যে গোলকের অংশ হিসেবে অর্ধগোলকটি গঠিত, সেই গোলকের কেন্দ্রে)।

(ছ) দেখাও যে, স্থিরতড়িৎ বলরেখাগুলি সর্বদা একটি সমবিভব তলের (Equipotential surface) লম্ব হওয়া আবশ্যক।

(জ) অ্যাম্পিয়ারের পরিক্রমণ উপপাদ্য বিবৃত করো।

প্রতিটি বিভাগ থেকে অন্তত ***একটি*** করে প্রশ্ন নিয়ে ***যে-কোনো পাঁচটি*** প্রশ্নের উত্তর দাও।

বিভাগ - ক

২। (ক) তড়িৎস্থিতিবিদ্যার গাউস-এর সূত্রটি বিবৃত করো।

(খ) a বাহুবিশিষ্ট একটি ঘনকের কেন্দ্রে q আধান স্থাপন করা হল। ঘনকটির একটি তলের মধ্য দিয়ে তড়িৎ ফ্লাক্স নির্ণয় করো।

(গ) R ব্যাসার্ধের একটি পাতলা গোলীয় খোলকে (Spherical shell) সমভাবে বন্টিত Q আধান রয়েছে।

(অ) গাউসের সূত্র ব্যবহার করে গোলকের কেন্দ্র থেকে r-দূরত্বে তড়িৎক্ষেত্র নির্ণয় করো, $r > R$ এবং $r < R$ —উভয় ক্ষেত্রেই।

(আ) উপরোক্ত উভয় ক্ষেত্রে r-এ তড়িৎ বিভব নির্ণয় করো। ২+৩+(১½+১½)+(২+২)

Please Turn Over

৩। (ক) লোরেঞ্জ বলের সূত্রটি লেখো। দেখাও যে চৌম্বক বল কোনো কাজ করে না।

(খ) বায়ো-স্যাভার্ট-এর সূত্রটি লেখো। R ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তাকার রিং-এ I তড়িৎপ্রবাহ প্রবাহিত হচ্ছে। রিংটির কেন্দ্র থেকে z দূরত্বে, রিংয়ের অক্ষের ওপর অবস্থিত একটি বিন্দুতে চৌম্বকক্ষেত্র নির্ণয় করো।

(গ) একটি অঞ্চলে একটি সমসত্ত্ব তড়িৎক্ষেত্র $E_0 \hat{j}$ এবং একটি সমসত্ত্ব চৌম্বকক্ষেত্র $B_0 \hat{i}$ রয়েছে। এই অঞ্চলে একটি কণা যদি Z অক্ষ বরাবর সমবেগে চলে, তবে তার বেগ (velocity) নির্ণয় করো। (২+৪)+(২+২)+২

৪। (ক) তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক (Electric dipole moment) কী? একটি তড়িৎ দ্বিমেরুর কারণে যে-কোনো বিন্দুতে (r, θ) তড়িৎ বিভব নির্ণয় করো।

(খ) R ব্যাসার্ধের একটি গোলীয় ধারকের (Spherical capacitor) ধারকত্ব নির্ণয় করো।

(গ) সংরক্ষী তড়িৎক্ষেত্রের বৈশিষ্ট্যগুলি লেখো। নীচের তড়িৎক্ষেত্রটি সংরক্ষী কি না নির্ণয় করো।

$$\vec{E} = k\left(-\hat{i}y + \hat{j}x\right)$$ (১+৩)+৪+(২+২)

বিভাগ - খ

৫। (ক) আদর্শ গ্যাস অণুর বেগের ম্যাক্সওয়েলের বণ্টন সূত্রটি বিবৃত করো এবং সমস্ত প্রতীকের অর্থ ব্যাখ্যা করো।

(খ) গ্যাসের অণুগুলির সর্বাধিক সম্ভাব্য বেগ (Most probable speed) বলতে কী বোঝায়? ম্যাক্সওয়েলের বেগ-বণ্টন সূত্র ব্যবহার করে গ্যাসের অণুগুলির সর্বাধিক সম্ভাব্য বেগ নির্ণয় করো।

(গ) m_1 এবং m_2 ভরের অণুসমৃদ্ধ দুটি ভিন্ন গ্যাসের জন্য Maxwell-এর বেগ-বণ্টনের রেখাচিত্র আঁকো, যেখানে $m_1 > m_2$।

(ঘ) গ্যাসের r.m.s বেগ বলতে কী বোঝায়? এটি তাপমাত্রার ওপর কীভাবে নির্ভর করে? ২+(২+৩)+২+(২+১)

৬। (ক) দশা অপেক্ষক (State function) কী? তাপগতিবিদ্যা থেকে দুটি উদাহরণ দাও।

(খ) দেখাও যে, একটি রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় PV^{γ} = ধ্রুবক। $(\gamma = C_P/C_V)$।

(গ) প্রমাণ করো যে, একটি PV লেখচিত্রে একই বিন্দুতে একটি রুদ্ধতাপীয় বক্ররেখার নতি একটি সমতাপীয় বক্ররেখার নতির γ–গুণ। এই দুই প্রক্রিয়ায় একই PV চিত্রে একটি পরিকল্পিত চিত্রাঙ্কন (Schematic diagram) করো। ৩+৪+(৩+২)

৭। (ক) তাপগতিবিদ্যার আদি সূত্রটি কী?

(খ) Exact differential বলতে কী বোঝায়? Exact/inexact differential-এর পরিপ্রেক্ষিতে রুদ্ধতাপীয় কাজ সম্পর্কে কী বলা যায়?

(গ) তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রের কেলভিন-প্লাঙ্ক ও ক্লসিয়াসের বিবৃতি দুটি লেখো।

(ঘ) একটি কার্নো ইঞ্জিন 427°C এবং 227°C তাপমাত্রার মধ্যে কাজ করে। ইঞ্জিনটির দক্ষতা নির্ণয় করো। ২+(২+২)+৪+২

৮। (ক) এক মোল আদর্শ গ্যাসের জন্য $C_P - C_V$ নির্ণয় করো।

(খ) একটি reversible heat engine 400K এবং 200K তাপমাত্রার দুটি তাপাধারের মধ্যে কাজ করে। অন্য একটি engine দুটি reservoir-এর মধ্যে কাজ করে এবং প্রথম engine-এর সমান efficiency রয়েছে। যদি দ্বিতীয় engine-এর ঠাণ্ডা reservoir-টির তাপমাত্রা 0°C হয়, তবে Celsius scale-এ উষ্ণ reservoir-টির তাপমাত্রা কত?

(গ) আবর্ত প্রক্রিয়া কাকে বলে? P–V সূচক চিত্রে একটি আবর্ত প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রফল কী সূচিত করে? ৪+৪+(২+২)

৯। (ক) T তাপমাত্রায় একটি আদর্শ গ্যাসের V_1 আয়তন থেকে V_2 আয়তনে সমতাপীয় প্রসারণের জন্য এনট্রপি পরিবর্তন নির্ণয় করো।

(খ) ক্লসিয়াসের বক্তব্য থেকে শুরু করে দেখাও যে, একটি বদ্ধ সিস্টেমের এনট্রপি ক্রমাগত বৃদ্ধি পায়।

(গ) তাপগতিবিদ্যা সংক্রান্ত তাপমাত্রার পরম স্কেল কাকে বলে? আদর্শ গ্যাস স্কেলের সঙ্গে পরম স্কেলের কী সম্পর্ক? ৪+৪+(২+২)

[English Version]

The figures in the margin indicate full marks.

1. Answer ***any five*** questions : 3×5

(a) What is meant by thermal equilibrium between two bodies? What is the thermodynamic coordinate which is common to bodies in thermal equilibrium?

(b) State Clausius's theorem.

(c) State three basic postulates of kinetic theory of gases.

(d) An ideal gas expands isothermally from a volume of 100 cc to 300 cc. Find the change in entropy of the gas.

(e) Using Lorentz force equation, find out the dimension of magnetic field B.

(f) Calculate the net electric flux through the curved surface of a hemisphere of radius R due to a charge q placed at the centre of the hemisphere (centre of the sphere of which the hemisphere is a part).

(g) Show that electrostatic lines of force must always be perpendicular to an equipotential surface.

(h) State Ampere's circuital theorem.

Answer ***any five*** questions taking at least ***one from each Group.***

Group - A

2. (a) State Gauss' law in electrostatics.

(b) A charge q is placed at the centre of a cube of sides a. Find the electric flux through one face.

(c) A thin spherical shell of radius R carries a uniformly distributed charge Q.

(i) Use Gauss' law to find the electric field at a distance r from the centre of the sphere for both $r > R$ and $r < R$.

(ii) Find the potential at r for both the above cases. 2+3+(1½+1½)+(2+2)

3. (a) Write down the Lorentz force law. Show that magnetic field does no work.

(b) Write down the Biot Savart's law. Consider a circular ring of radius R carrying a current I. Find out the magnetic field at a point on the axis of the ring at a distance z from the centre.

(c) A region has a uniform electric field given by $E_0\hat{j}$ and a uniform magnetic field given by $B_0\hat{i}$. Find the velocity of a particle which moves uniformly along the Z axis in this region.

(2+4)+(2+2)+2

4. (a) What is electric dipole moment? Calculate the electric potential at any point (r, θ) due to an electric dipole.

(b) Find the capacitance of a spherical capacitor of radius R.

(c) Write down the characteristics of a conservative electrostatic field.

Determine if the following field $\vec{E} = k\left(-\hat{i}y + \hat{j}x\right)$ is conservative. (1+3)+4+(2+2)

Group - B

5. (a) State Maxwell's law of distribution of molecular speed, explaining all the symbols.

(b) What do you mean by the most probable speed of gas molecules? Use Maxwell's speed distribution law to find the most probable speed of gas molecules.

(c) Draw Maxwell's distribution of speed for two different gases having mass of molecules m_1 and m_2 where $(m_1 > m_2)$.

(d) What do you mean by r.m.s speed of a gas? How does it depend on temperature?

2+(2+3)+2+(2+1)

6. (a) What are state functions? Give two examples from thermodynamics.

(b) Show that in an adiabatic process PV^{γ} = constant, (where $\gamma = C_P/C_V$).

(c) Prove that the slope of an adiabatic curve is γ times the slope of an isothermal curve at same point on a PV diagram. Give a schematic plot of the two processes in the same PV diagram.

3+4+(3+2)

7. (a) What is the Zeroth law of thermodynamics?

(b) What do you mean by exact differential? What can you say about adiabatic work in the context of exact/inexact differentials?

(c) Write down the Kelvin-Planck and the Clausius statements of the second law of thermodynamics.

(d) A Carnot engine works between the temperature 427°C and 227°C. Find its efficiency.

2+(2+2)+4+2

8. (a) Determine $C_P - C_V$ for one mole of an ideal gas.

(b) A reversible heat engine runs between two engines at temperatures of 400K and 200K. Another engine running between two reservoirs has the same efficiency as the first one. If the colder of its two reservoirs is at 0°C, what is the temperature of the hot reservoir in the Celsius scale?

(c) What is a reversible process? What does the area of a reversible process in a P-V indicator diagram imply? 4+4+(2+2)

9. (a) Find the entropy change for the isothermal expansion of an ideal gas from volume V_1 to V_2 at temperature T.

(b) Starting from the Clausius' statement, show that the entropy of a closed system keeps on increasing.

(c) What is meant by absolute thermodynamic scale of temperature? How is it related to the ideal gas scale? 4+4+(2+2)

———————